



TITLE:

Nitrogen cycling driven by soil microbial communities in exotic black locust plantations and native oak forests in the drylands of East Asia(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Tatsumi, Chikae

CITATION:

Tatsumi, Chikae. Nitrogen cycling driven by soil microbial communities in exotic black locust plantations and native oak forests in the drylands of East Asia. 京都大学, 2020, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22477>

RIGHT:

許諾条件により全文は2022-06-07に公開; 学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2020-12-01に公開; Chapter 2 is a post-peer-review, pre-copyedit version of an article published in Biogeochemistry. The final authenticated version is available online at: <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-019-00569-2>

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	龍見 史恵
論文題目	Nitrogen cycling driven by soil microbial communities in exotic black locust plantations and native oak forests in the drylands of East Asia （東アジア乾燥地の外来種ニセアカシア植林地および在来種ナラ林における土壌微生物が駆動する窒素循環）		
（論文内容の要旨）			
<p>半乾燥地生態系において、窒素は水とともに植物の生育の制限要因となる。植物遺体として土壌に供給される有機態窒素は、微生物の働きにより分解・無機化され、植物に吸収される。また植物は共生微生物である菌根菌と共生することによって、水や窒素を吸収することも知られる。乾燥地における環境変動に対する窒素循環の応答メカニズムの理解には、窒素循環の様々な過程を駆動する土壌微生物の動態を理解することが不可欠である。さらに本研究を行った中国黄土高原は、古くから緑化植栽が行われてきた地域であるが、今後、気候変動による降水パターンの変化により、乾燥度が変化することが予想されている。気候変動下における半乾燥地生態系での適切な森林管理のためにも、窒素循環を駆動する土壌微生物動態を把握することが重要である。</p> <p>第1章では、既往研究を整理し、森林生態系における窒素循環と土壌微生物の動態の関連性を理解するためには、窒素の形態変化過程を、（1）真菌が主に駆動する分解過程（高分子有機化合物を低分子有機化合物へと変換する過程）、（2）原核生物が主に駆動する無機化過程（低分子有機化合物をアンモニウム態窒素へと変換する過程）、（3）アンモニア酸化細菌・古細菌が主に駆動する硝化過程（アンモニウム態窒素が亜硝酸態窒素を経て、硝酸態窒素へと硝化される過程）の3つの過程に分け、それぞれの過程に関与する微生物機能群の動態に着目して行う必要があることを指摘した。また樹木との共生微生物である菌根菌のタイプが、生態系の窒素循環に与える影響、および気候変動に伴う降水量変化が半乾燥地生態系の窒素動態や微生物動態に与える影響に関する既往研究を整理し、本研究の目的を設定した。</p> <p>第2章では、中国黄土高原で広く植栽されている外来種ニセアカシア植林地を対象に、降水量の異なる林分で乾燥傾度に沿った土壌の形態別窒素の動態や微生物群集とその機能群の動態を明らかにした。その結果、乾燥度の増加により、全ての窒素形態変化過程が制限を受けるが、特にアンモニア酸化細菌が減少することにより硝化過程が制限を受けやすくなることが明らかとなった。降水量の減少は、硝化過程の変化をきっかけとして植物の窒素吸収を制限し、生態系内部の窒素循環全体を遅くする可能性が示唆された。</p> <p>第3章では、第2章で研究対象としたニセアカシアと在来種天然林の優占樹種であるリョウトウナラで共生する菌根菌タイプが異なること（ニセアカシアはアーバスキュラ菌根菌、リョウトウナラは外生菌根菌）に着目して研究を行った。外生菌根菌は有機態窒素を分解する細胞外酵素の生成能が高く、非共生微生物とは窒素をめぐる競争関係にある一方、アーバスキュラ菌根菌は細胞外酵素の生成能が低く、非共生微生物の分解・無機化過程を制限しないと考えられている。しかし、どのような非共生微生物機能群とどの形態の窒素について競争関係にあるのかは不明である。本研究により、窒素をめぐる競争力の高い外生菌根菌が、アンモニア酸化細菌の窒素源を優先的に吸収することで、硝化過程が制限されることが示唆された。一方で、アーバスキュラ菌根菌と共生するニセアカシア林では、アンモニア酸化細菌の働きが制限されず、土壌の硝酸態窒素が豊富に存在することが明らかとなった。このように樹種の違い</p>			

は、菌根菌の違いを介して、生態系の窒素循環にも影響を与えることが示された。

第4章では、林冠木の樹種の違いが、下層植生の窒素利用に影響を与えるのかを明らかにするために、ニセアカシア林およびリュウノウナラ林の両林分で共通して生育する下層樹種を対象に窒素安定同位体比を用いた吸収窒素源の解析を行った。その結果、林冠木とその共生菌根菌が生み出す土壌環境に対応して、下層木は窒素の吸収源を変えていることが明らかとなった。第3章で示されたように林冠木が土壌微生物群集および土壌窒素動態を変化させることは、結果として、下層木の窒素利用特性にも影響を与え、生態系内部の窒素循環全体にも影響する可能性が示唆された。

第5章では、第2～4章の結果に基づき、気候・土地利用の変化に対する生態系の窒素循環の応答メカニズムについて、総合的に考察を行った。気候変動による乾燥度の変化や植栽樹種の違いなどの土地利用変化は、特に硝化過程に重要なアンモニア酸化細菌の変化を介して、土壌窒素動態に大きく影響することが示唆された。さらに土壌の変化に留まらず、林冠木や下層木の窒素吸収や利用様式にも影響を及ぼす結果、植物—土壌間のフィードバック作用により、生態系内部の窒素循環全体を改変する可能性が示唆された。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本研究では、中国黄土高原の半乾燥地林において、気候や土地利用の変化に対する窒素循環の応答を、土壌微生物群集（特に植物の窒素吸収に関わる菌根菌や分解・無機化などの窒素形態変化を担う微生物機能群）の動態や土壌窒素動態、植物の窒素吸収源に着目して解明することを目的として行われた。

本研究の評価できる点は、以下のとおりである。

1. 窒素の形態変化過程を、3つの過程に分け、それぞれの過程に関与する微生物群の動態に着目して、その詳細な動態を降水量や林冠構成樹種の違う様々な森林で調べることで、窒素循環を制限するメカニズムの解明を目指した。
2. 降水量の異なる森林間の比較により、乾燥化による土壌含水率の低下は、全ての窒素の形態変化過程を制限するが、特にアンモニア酸化細菌の減少によって硝化過程を律速しやすいことを明らかにした。
3. 外来種ニセアカシア植栽林と在来種林リョウトウナラ天然林の比較により、リョウトウナラと共生する外生菌根菌がアンモニア酸化細菌と窒素獲得競争を行い、硝化過程を制限する一方で、ニセアカシア林ではアンモニア酸化細菌の働きによって硝酸態窒素の現存量が高くなることを明らかにした。
4. 窒素安定同位体比を活用した植物の吸収窒素源の推定結果から、林冠木が変化させた土壌微生物群集および窒素循環様式が、共存する下層木の窒素利用特性にも大きな影響を与える可能性を示した。
5. 気候や土地利用の変化は、特に硝化過程に重要なアンモニア酸化細菌の変化を介して、土壌窒素動態に影響を及ぼし、さらに林冠木や下層木の窒素吸収や利用様式の変化を介して窒素循環を改変する可能性を示した。

以上のように、本論文は、半乾燥地林における窒素循環について微生物群集動態から明らかにしたものであり、森林情報学、森林生態学、森林管理学、生態系生態学、微生物生態学の発展に寄与するところが大い。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和2年1月20日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）